

## **ИММОБИЛИЗОВАННЫЕ ФЕРМЕНТЫ – ПРИРОДА, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ**

***И.Ю. Гречаник**, 1 курс*

*Научный руководитель – **О.Н. Жук**, к. б. н., доцент*

*Полесский государственный университет*

В современной биотехнологии одно из важных мест принадлежит биологическим катализаторам – ферментам. Эти активные белковые молекулы обладают необыкновенно высокой специфичностью действия и обеспечивают быстрое протекание огромного числа химических реакций в организме и вне его, что привлекает внимание исследователей не только с теоретической, но и с практической точки зрения. Однако возможности применения ферментов ограничены, по меньшей мере, двумя причинами. Во-первых, ферменты неустойчивы при хранении, а также при различных воздействиях, особенно тепловых. Во-вторых, многократное использование ферментов затруднено из-за сложности их отделения от реагентов и продуктов реакции.

Принципиально новые перспективы открылись перед прикладной энзимологией с созданием иммобилизованных ферментов.

Иммобилизованными называют такие ферменты, которые выделены из клетки, искусственно закреплены на носителе и сохраняют свойственную им каталитическую активность.

Иммобилизация – это технология, согласно которой молекулу фермента включают в какую-либо фазу или соединяют с нерастворимым носителем. Комплекс «фермент-носитель» отделен от раствора, но при этом может обмениваться с ним молекулами субстрата, эффектора или ингибитора. В промышленных целях для иммобилизации используют главным образом энзимы, выделенные из микроорганизмов. Они примерно в 100 раз дешевле, чем ферменты животного или растительного происхождения, и более доступны. В качестве носителей используется широкий спектр материалов как органической, так и неорганической природы [1, с. 299].

По сравнению со свободными ферментативными препаратами, иммобилизованные ферменты имеют существенные преимущества:

- они обладают высокой стабильностью, в несколько тысяч раз превышающей стабильность свободных ферментов, и поэтому достаточно долговечны;
- они легко отделимы от реакционной среды, что позволяет получать чистые продукты реакции;
- иммобилизация дает возможность многократно использовать ферментативный препарат;
- иммобилизованные ферменты технологичны, что позволяет либо вести процесс непрерывно, регулировать его скорость и, соответственно, выход продукта, либо в любой момент остановить реакцию;
- с помощью подбора носителей и методов иммобилизации можно целенаправленно изменять некоторые свойства ферментов для оптимизации процесса.

Носители для иммобилизации ферментов должны обладать определёнными свойствами:

- высокой биологической и химической стойкостью;
- нерастворимостью;
- высокой механической прочностью;
- значительной гидрофильностью, которая обеспечивает связывание фермента с носителем в водной среде;
- достаточной проницаемостью для ферментов, коферментов, субстратов и продуктов реакции, пористостью, большой удельной поверхностью;
- легкостью активации комплекса «фермент – носитель»;
- возможностью создания различных структур (мембран, пластин, трубочек, гранул);
- низкой стоимостью.

Иммобилизацию ферментов можно осуществлять физическими и химическими методами [1, с.301].

Физические методы основаны на адсорбции фермента на нерастворимом носителе, на включении фермента в поры поперечно-сшитого геля, в полупроницаемые структуры. При адсорбции ферментов на нерастворимом носителе их молекулы удерживаются на поверхности этого носителя электростатическими, гидрофобными, дисперсионными взаимодействиями. Иммобилизация ферментов путем включения в гель или в полупроницаемые структуры обеспечивает равномерное распределение фермента в объеме носителя и позволяет получать препараты с высоким содержанием фермента.

Использование химических методов приводит к возникновению ковалентных связей между ферментом и носителем. В этом случае достигается высокая степень активности иммобилизованных ферментов, в том числе и за счет применения молекул сшивки, что, в свою очередь, в пространстве отделяет активные центры фермента от носителя и обеспечивает их функционирование. Для крупномасштабного применения химические методы малопривлекательны в силу их дороговизны, однако они занимают доминирующее место в лабораторной практике, при создании препаратов иммобилизованных ферментов со строго определенными и контролируемыми свойствами. Последнее особенно важно для лечебных целей и для высокочувствительных методов анализа.

Иммобилизованные ферменты находят широкое применение в пищевой промышленности, кожевенном и меховом производстве, текстильной промышленности и бытовой химии [2, с. 72]. Весьма перспективно применение их в медицинской промышленности и фармации, в энзимодиагностике и лабораторной практике. Разработка технологий использования такого рода препаратов является насущной задачей сегодняшнего дня и имеет перспективу в будущем.